УДК 004.9:681.3.06

А.И. Сабадаш
ФГОУ ВПО «Государственная морская академия им. адм. С.О. Макарова»,
г. Санкт-Петербург, Россия
division@msco.ru

Структуры образов в системах управления судовых силовых установок

Представлены отношения функционально-самостоятельных блоков отображений и сформированных на их основе функциональных образов, наследующих абстрактные свойства. Применительно к анализу/синтезу функциональных образов определена частичная алгебра. Предложена система отношений, позволяющая построить единую структуру БФС – функциональные образы. При реализации функций управления и организации хранения информации рассмотрено приложение способов выделения ветвей, цепей, срезов на графах функциональных образов и формирование спецификаций. Приведено определение функции потерь с учетом экспертной значимости и вероятности реализации задач управления.

В системах КСУ ТС, реализованных на базе аппаратных средств, представление моделей [1] состояния судовых ЯЭУ на технологические пульты для иерархических комплексов систем управления обеспечивается: табло, кнопками, переключателями, тумблерами, мнемознаками и пр. с относительно небольшим разнообразием отображений. В аналогах КСУ ТС последующих поколений на базе средств ВТ для управления установкой используется в основном экранное представление информации с преимущественно интерактивным режимом работы. Наборы представляемых оперативному персоналу моделей определяются, помимо специфики технологических пультов, режимов работы установки, видов основных групп операций управления и пр., расширенными возможностями [2] средств отображения и дополнительно решаемыми задачами. Так, в системах КСУ ТС на базе средств ВТ информация о состоянии объекта управления представлена системой слов-состояний механизмов и устройств (прикладная ОС «Damoc»). Хранение промежуточных состояний: отдельных технологических циклов, частей установки и силовой установки в целом – осуществляется в пересекающихся массивах тегов, объединяемых по различным классификационным признакам единой рабочей области (пакет Monitor Pro V7.4), либо в функционально-ориентированных массивах информационной базы типа (dBase IV) и пр. В СИПО модификации отображений состояний судовой ЯЭУ, представляемых на технологические пульты, в ряде случаев обусловлены учетом используемых способов и изменяющихся условий принятия решений [2]. Учитывая специфику вычислительной среды, поддерживающей реализацию всех видов отображений, целесообразно модели силовой установки на технологических пультах и их промежуточные состояния рассматривать как систему образов [3]. Образы $M_{ko}= \{m_{koi}\}$, формируемые на базе БФС предложенным в [4] способом и с учетом наследуемых ими свойств, определяются как функциональные.

При использовании отмеченного разнообразия функциональных образов (ФО) для управления силовой установкой или ее частью отдельно с каждого или совместно с части предусматриваемых проектом постов различного уровня решаются задачи

анализа применяемых в системах и разработки новых отображений, а также формирования части БФС [2]. Для разработки рациональных структур обработки, хранения и использования информации системами управления КСУ ТС необходима формализация единой взаимосвязанной логической структуры параметров и образов объекта, представляемых оперативному персоналу.

Существенное расширение M_{ko} обусловлено ранее отмеченными причинами: изменение средств и способов представления образов, детализация функций управления, решение задач регулирования, диагностика, прогнозирование и пр., дополняя каждый из элементов $\{m_{koi}\}$ до c_j^n , где: j – число признаков классификации, n – принятое для каждого из признаков количество образов. Тогда: $m_{koi} = \{ m_{koij} \}$ и $m_{koij} = \{ m_{koijn}\}$, где: m_{koij}, m_{koijn} – подмножества образов с учетом признаков классификации и количества образов по каждому из признаков для соответствующего технологического пульта.

Для БФС в [2] отмечены способы их разработки и определены отношения: $\supseteq$ и n-арности, учитываемые при формировании кортежей атомарных элементов и их групп в составе кортежей, образующих БФС. В группах БФС определены: $\supseteq$; ≡ ; n-арность и пр., реализующие последовательности БФС, эквивалентность в смысле последствий и принадлежность к группе выполняемых операций управления соответственно и пр. При анализе полноты выполняемых операций с технологических пультов разных уровней управления, проектировании граничных образов, формировании оператором их кортежа для управления установкой, генерации СИПО рекомендаций по порядку использования отображений и пр., решаются задачи: объединения представляемых образов, выделения их общих частей, определения различий между ними, выделения состава включений, формирования предпочтительных последовательностей граничных образов и др. Учитывая предложенные в [2], [4] на базе БФС способы формирования функциональных образов, реализуемый на подмножествах последних перечень отношений существенно шире: $\supseteq$; ≡ ; ∩, U, ⁄, Є, – определяет номенклатуру операций частичной алгебры. Образы F_z и их группы, как правило, ориентированы на соответствие задачам G_z [4]. Между G_z и F_z, существует отношение: $G_z \Leftrightarrow F_z$ [4]. При проектировании образов (Fq_{zj}; $F_z = \{Fq_{zj}\}$) одной из основных целей является достижение в большинстве случаев соответствия $Fq_z \Leftrightarrow g_{zi}$; $G_z = \{g_{zi}\}$. Приложение частичной алгебры для написания формализмов рассматриваемого приложения наглядно на примерах вербальных формулировок основных отношений между подмножествами граничных образов до уровня БФС, обеспечивающих решение рассматриваемых задач управления установкой. Так, граничные образы аварийных постов управления соответствуют фрагментам или частям наборов образов для основных постов, обеспечивая частную задачу – вывод оборудования установки из действия. Граничные образы резервных постов повторяют соответствующие образы основных постов, позволяя полностью дублировать операции управления. Все граничные образы для технологических пультов содержат общее поле базовых параметров установки, обеспечивая контроль ее состояния при работе с частной технологией. В целях обеспечения обзорности состояния установки, как правило, предусматривается вывод граничных образов смежных технологий на любой технологический пульт, а с пульта руководителя вахты доступны граничные образы всех частных технологий за любой период времени. При формировании управляющего воздействия оператором, либо генерации кортежа упорядоченных образов СИПО, используются процедуры объединения частных образов, выделение требуемых фрагментов и пр. Содержание отдельных понятий трансформировано в соответствии с приложением, например, определение эквивалент-

ности образов рассматривается как достижение равнозначного результата при реализации соответствующих задач. Назначение результата преобразований обязывает учитывать определенные правила при его формировании: дублирующие элементы в результирующем образе исключаются, БФС с более сложной конструкцией замещает менее полную, сравнению подлежат только эквивалентные БФС, вводится понятие условного БФС, что позволяет выделять в сравниваемых конструкциях общие части, но без самостоятельной трактовки остатка. Окончательная оценка достаточности получаемых результатов в большинстве случаев производится экспертным путем. Отмеченное разнообразие отношений граничных образов учитывается при разработке логических структур баз хранения информации, процедур импорта/экспорта образов различного назначения, в том числе интерактивных граничных образов, методик подготовки оперативного персонала для проектов судов с интерактивными системами управления [5].

В работе [2] при классификации образов (F_z) установки с учетом уровней общности решаемых задач показано, что для $F_z = (Fl_z,\ Fq_z,\ fb_z)$ реализуется тройка $< H; \bigcup; \bigcap >$ и выполняется для большинства случаев четыре основных условия как для специальных структур. Несложно определяется соответствие между M_{ko} и F_z как для дихотомии анализируемого множества по разным классификациям и при задании групп на едином графе $M_{ko.}$ $M_{ko} \cap F_z$ на уровне fb_z. $M_{ko} = (m_{koi},\ m_{koij},\ m_{koiin})$, – где: m_{koi}, m_{koij}, m_{koijn} – узлы, дуги – связи, отражающие n-арные отношения образов. Для частных случаев, в том числе с ЭП, например, при нарушении организационных связей между технологическими пультами, граф M_{ko} принимает вид: $M_{ko} = U\ m_{koi}$. Таким образом, представляется возможным построить единую структуру: БФС – функциональные образы. При минимизации связей, нахождении кратчайших путей при выборке, формировании информационных срезов и других операциях на рассматриваемых структурах допустимо использование значительного количества известных решений [6], [7].

Для целей анализа и моделирования процессов управления установкой, реализуемых в вычислительной среде систем КСУ ТС, в основе использующих образы (модели) состояния судовой ЯЭУ, применяется формальный аппарат <M.P> пространства с корректировкой интерпретации и дополнением отдельных определений, например, в части n-арности характеризующих параметров, существенной связности образов (моделей) и др., применительно к вводимым категориям и моделируемым процессам [8].

Вероятность $Pu_{csr}(t)$ реализации функции управления в рассматриваемой постановке зависит от организации средств отображения. Образы минимизированы и отсутствие фрагмента, отождествляемого с БФС, является причиной их дефекта [2]. Для систем [1], [2] в общем случае в соответствии с [9]:

$$Pu_{csr}(t) = \prod_{j=1}^{j=k} G_{csi..}P_{csi}(t)^* \prod_{j=1}^{j=k} G_{csrj}(P_{soft}(t)^*P_{pc}),$$

где: G_{csi} – i-й канал управления/представления информации на базе аппаратных средств, G_{csj} – j-я цепь представления БФС на графе M_{ko}, $m_{koiin} = \{fb_{zu}\}$ [2]; $P_{csi}(t)$, $P_{soft}(t)$, $P_{pc}(t)$ – вероятности отказа i-го канала управления/представления информации, программных и технических средств на базе программируемых контроллеров соответственно. В случае использования оператором для управления образов с неполным вследствие дефекта отображением оценка потерь V производится в соответствии с выражением:

$$V = \prod_{j=1}^{j=k} v_i\, G_{csi..}P_{csi}(t)^* \prod_{j=1}^{j=k} v_j\, G_{csrj}(P_{soft}(t)^*P_{pc}),$$

где: v_i и v_j – экспертные оценки величины потерь вследствие невыполнения операций по l- и g-каналам управления соответственно.

Заключение

Представлена единая система отношений «функционально самостоятельные блоки отображения – функциональные образы» (БФС – ФО), обеспечивающая организацию заданной структуры на реализующей системе управления.

Рассмотрено на примерах предметной области приложение частичной алгебры функциональных образов, обеспечивающей процедуры их анализа/синтеза.

Построена единая взаимосвязанная структура БФС – ФО, позволяющая выделение заданной ветви графа: функциональный образ (задача) – блок операций управления/ представления информации.

Использован формальный аппарат <M.P> пространства, дающий возможность с учетом корректировки отдельных интерпретаций и дополнения положений, предложенных в [8], исключать противоречия при трансформации G_z <=> F_z в процессе анализа/синтеза функциональных образов.

Оценку вероятности реализации задачи управления при неполноте функционального образа целесообразно производить с учетом функции потерь.

В целом предложен подход к формализации единого процесса разработки системы функциональных образов, обеспечивающих реализацию выделенных задач управления с учетом возможностей исполняющих систем.

Литература

1. Сабадаш А.И. Представление модели установки оперативному персоналу // Труды конференции «Моринтех 2001». – СПб. – 2001. – Т. 2.
2. Сабадаш А.И., Улезько С.Я. Синтез отображения в интерактивных системах управления судовыми ЯЭУ// Искусственный интеллект. – 2005. – № 4.
3. Сабадаш А.И., Улезько С.Я. Конфигурирование отображений состояния судовых ЯЭУ// Искусственный интеллект. – 2006. – № 4.
4. Валькман Ю.Р. Категории «образ» и «модель» в когнитивных процессах // Труды междунар. конф. «Интеллектуальные системы» (ICAIS03). – Геленджик-Дивноморское. – М.: Физмалит. – 2003. – Т. 2.
5. Сабадаш А.И. База функционально-ориентированных знаний КСУ ТС судовой ЯЭУ // Искусственный интеллект. – 2008. – № 1.
6. Романовский И.В. Алгоритмы решения экстремальных задач. – М., 1977.
7. Оре О. Теория графов. – М., 1980.
8. Валькман Ю.Р. Модельно-параметрическое пространство в исследовательском проектировании: цели построения, определения, структура и свойства // Вопросы когнитивно-информационной поддержки, постановки и решения новых научных проблем. – Киев: Институт кибернетики НАН Украины, 1995.
9. Гренандер У. Вероятности на алгебраических структурах. – М.: Мир, 1965.

A.I. Sabadash

The Structure of Images at Systems Control of Ship Engine Installations

The ratios of function-independent blocks of reflections and function images, formed on their bases inheriting abstract properties represented. With reference to analysis / synthesis of function images the particular algebra is defined. The system of relations permitting to construct uniform frame BFS – function images is offered. At implementation of control functions and organization of a storage of information the application of ways of selection of branches, chains, sections on the graphs of function images and creation of specifications are surveyed. The definition of a loss function is reduced in view of an expert significance and probability of implementation of the tasks of control.

Статья поступила в редакцию 12.08.2008.